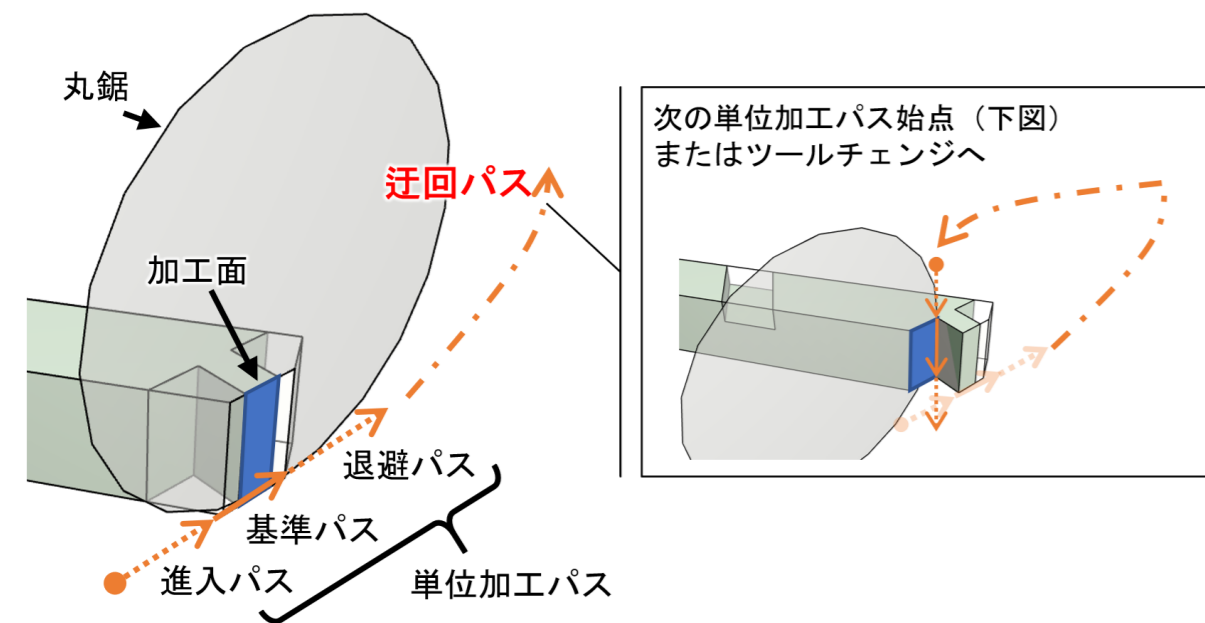
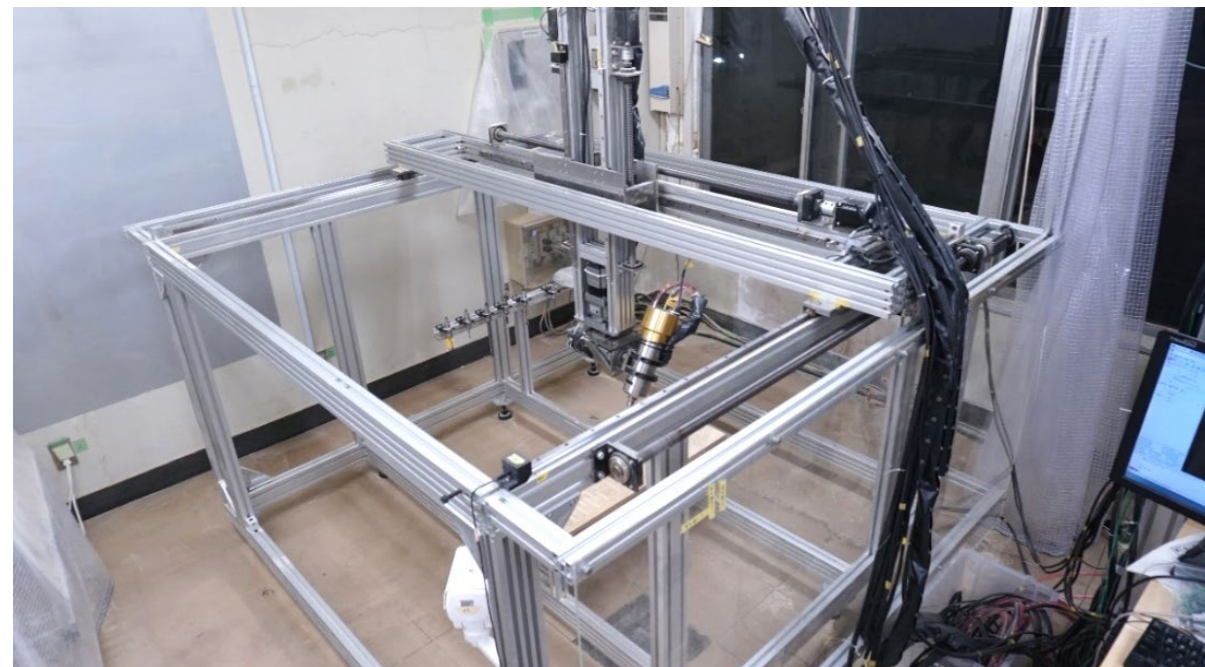


## 連続加工での迂回パス

多軸加工機による連続加工では、加工の終点から次の加工の始点までツールを安全に移動をさせる「迂回パス」が必要になります。本研究では安全かつ高効率な迂回パスを、深層強化学習による最適経路探索を用いて自動生成する手法について提案と検証を行いました。



## 迂回パス自動生成システム

学習から得られた推論モデルを活用して迂回パス自動生成システムの制作を行いました。システムは、加工パスの入力、推論の実行、迂回パスの出力という3つのステップによって構成されます。

① 単位パスの入力

```
code_01.ngc
G90 G54
M4 S7800
G1 X 177.695950 Y 791.687268 Z 329.655900 B 32.772031 C -52.449116
G1 X 146.506717 Y 389.331710 Z 36.427538 B 32.772031 C -52.449116
G1 X 146.506717 Y 389.331710 Z 36.427538 B 32.772031 C -52.449116
M2

code_02.ngc
G90 G54
M4 S7800
G1 X 1037.160941 Y 413.910709 Z 105.708963 B 19.443678 C -166.972987
G1 X 1119.584183 Y 870.642707 Z 170.400159 B 19.443678 C -166.972987
G1 X 1119.584183 Y 870.642707 Z 170.400159 B 19.443678 C -166.972987
M2
```

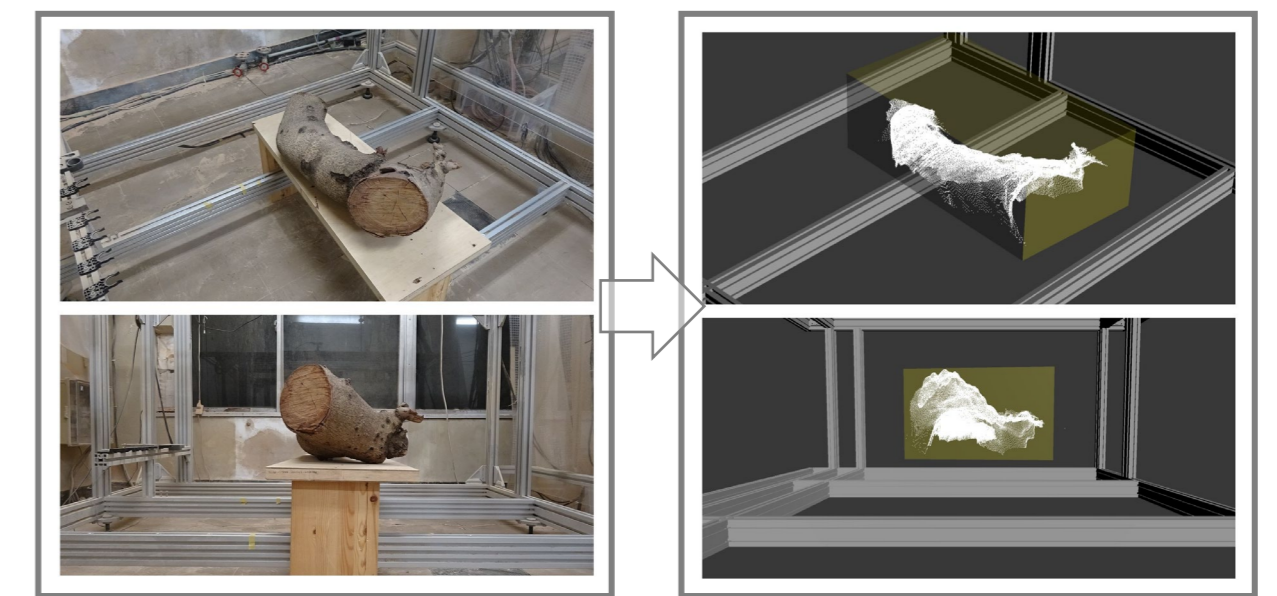
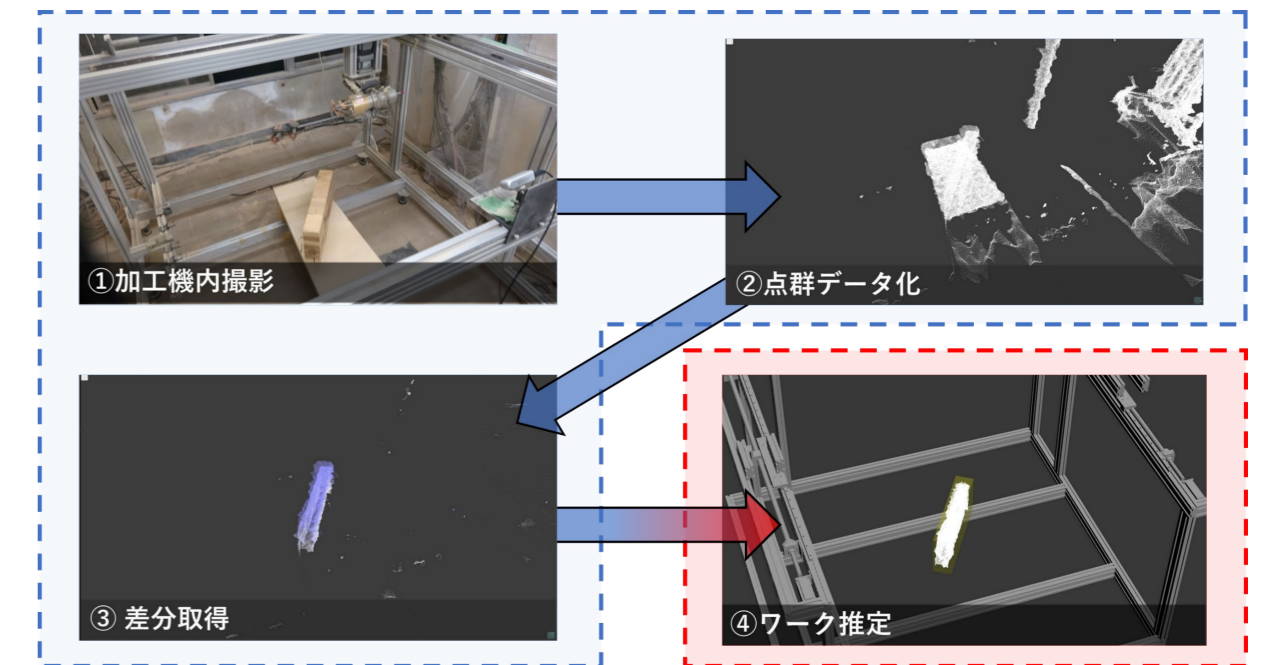
② 迂回路線の導出

③ 迂回パスの出力

```
code_01 to code_02.ngc
G90 G54
G0 X 146.5067 Y 389.3317 Z 36.42754 B 32.77203 C -52.44911
G0 X -64.00684 Y 208.1457 Z 403.4151 B 90 C 23.55093
G0 X 184.6945 Y 325.5623 Z 403.4151 B 90 C 54.31345
G0 X 434.4465 Y 558.8231 Z 387.5216 B 90 C 36.12608
G1 X 1037.160941 Y 413.910709 Z 105.708963 B 19.443678 C -166.972987
M2
```

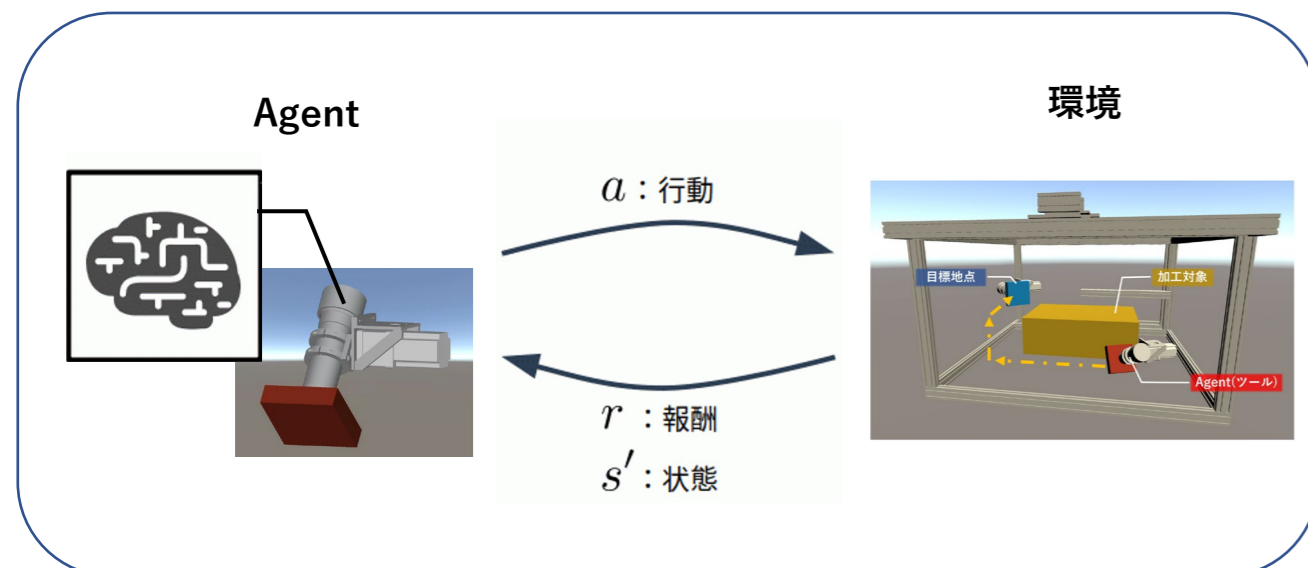
## ワーク推定機能

実際の加工において木材を斜めに設置する場合や不整形な木材を使用する場合、位置姿勢や形状を手動で計測し、システムへと入力することは困難です。本システムの実運用に向けて、設置ワークの位置姿勢と形状を深度カメラによる画像計測から推定する機能を実装しました。



## 深層強化学習

深層強化学習とは、構築された学習環境でシステム自身が試行錯誤しながら目的を達成する最適な制御を学習するアルゴリズムです。システムは環境内に存在するオブジェクトの状態を常に観察し、Agentと呼ばれる行動主体に対して与えられる報酬を最大化するような行動を学習していきます。



## 実機迂回試験

生成した迂回パスを用いた実機テストの様子です。システム内でのシミュレーションと同様の、各軸を制御した適切な迂回動作を確認することができました。

